

# 广西富贺钟钨锡多金属矿区植物地球化学异常特征及其找矿有效性

韦雪姬<sup>1</sup> 宋慈安<sup>1</sup> 丁汝福<sup>2</sup>

(1. 桂林理工大学 地球科学学院, 广西 桂林 541004; 2 北京矿产地质研究院, 北京 100145)

**摘要:**广西富贺钟地区是中国重要的钨锡多金属成矿区之一。该区气候温热,雨量充沛,红土发育,植被茂盛。为探讨植物地球化学找矿的有效性,笔者针对该区内不同矿床类型进行了植物地球化学找矿试验研究。研究发现:不同矿床类型矿体上部均发育有良好的植物地球化学综合异常,异常清晰,异常宽度大于矿体宽度,并具有良好的植物地球化学元素组合分带,在该区利用植物地球化学异常进行找矿有效可信。根据植物地球化学异常特征及特征元素可以区分不同的矿床类型,预测隐伏矿体的位置及推测隐伏矿体的埋藏深度。

**关键词:**找矿有效性;特征;植物地球化学异常;钨锡多金属;广西富贺钟地区

**中图分类号:**P593;P618.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2011)03-0750-12

植物地球化学及其勘查方法已成功应用于世界许多国家,在森林覆盖、受风沙干扰的戈壁荒漠及沙漠、冰川沉积、湖泊沉积和厚土等厚覆盖区寻找掩埋矿和盲矿已显示出其优越性<sup>[1-6]</sup>。中国南方红土发育地区,气候温热,雨量丰富,植被发育。在露头欠佳,土壤覆盖厚的地区利用植物地球化学找矿也具有良好的效果<sup>[7-22]</sup>。广西富贺钟(富川县、贺州市和钟山县)地区是中国重要的钨锡多金属成矿区之一,矿床类型繁多。目前该区利用植物地球化学找矿的研究尚无报道。笔者选择区内钨锡石英脉型、钨铋萤石石英脉型、含钨角砾石英脉型、锡石硫化物型及风化壳型金矿床典型剖面进行植物地球化学找矿试验,总结各类矿床的植物地球化学异常特征及其与矿化的关系,探讨该方法在该区的找矿可行性和有效性,旨在为今后开展勘查植物地球化学工作提供基础理论依据。

## 1 自然景观及地质背景

### 1.1 自然景观

研究区位于南岭山系之中段南部,地理坐标为北纬 23°49'~25°09',东经 109°31'~112°03',属于亚热带气候区,春暖雨绵,夏暑酷热。年平均日照时数为 1 549 h,无霜期达 320 多天。气温二月最低,平均气温在 6℃以下;夏季平均气温摄氏 27.6℃,七、八月最热,最高气温在 36.6~38.8℃。年平均温度为 18~21℃,年平均 19℃。年平均降雨量 1 558 mm。气温、雨量随地形有一定差别。区内以中山和中低山地形为主,四周高中部低。山脉海拔高度多在 700~1000 m。中部八步—钟山、英家—回龙、公会与黄姚等盆地,喀斯特地形广泛发育,奇峰林立。盆地内河流纵横,两岸冲积平原较为开阔。

研究区土壤类型主要为红壤。植被主要为典型

收稿日期:2010-11-20;改回日期:2011-04-15

基金项目:国家自然科学基金项目(40873030,40972220)和广西地质工程重点实验室基金项目(桂科能 07109011-Z008)资助。

作者简介:韦雪姬,女,1986 年生,硕士生,地球化学专业;E-mail:weixueji@yahoo.com.cn。

通讯作者:宋慈安,男,1948 年生,教授,长期从事勘查地球化学、矿产勘查学教学与科学研究;E-mail:gldysca@126.com。

常绿阔叶林。群落结构较简单,优势种分层明显。以山毛榉科 (*Fagaceae*) 的栲属 (*Castanopsis*)、茶科 (*Theaceae*)、金缕梅科 (*Hamamelidales*)、樟科 (*Lauraceae*)、杉科 (*Taxodiaceae*) 为主;灌丛以映山红 (*Vaccinium bracteatum*)、白楝 (*Meliaceae Harms*)、茅栗 (*Miscanthus floridulus*) 及南烛 (*Lyonia ovalifolia*) 占优势。草丛以五节芒 (*Miscanthus floridulus*) 茅草 (*Imperata cylindrica*) 及凤尾蕨 (*Pteris sp.*)、芒萁 (*Dicranopteris dichotoma*) 等蕨类为主。

### 1.2 地质概况

富贺钟钨锡多金属成矿区大地构造位置处于华南陆壳板段中新生代南华褶皱系桂东南—桂东北云开陆缘弧褶皱带,是燕山期云开陆缘弧背岩浆岩带活动最强烈的区域<sup>[23-25]</sup>。该区赋矿地层主要为泥盆

系,为一套滨海—浅海相碎屑—碳酸盐岩沉积建造;岩浆岩主要为姑婆山燕山期花岗岩岩基及其西南接触带众多小岩株。该区锡多金属矿床类型繁多,主要包括锡石云英岩型、含锡矽卡岩型、锡石硫化物型、钨锡石英脉型、钨铋萤石石英脉型、含钨角砾石英脉型等,形成了同燕山期岩浆活动有直接成因联系的岩控型钨锡多金属成矿系列<sup>[26-30]</sup>(图 1)。近年来,在姑婆山花岗岩西南接触带还发现含金矽卡岩风化壳红土型金矿床<sup>[31]</sup>。区内主要矿床类型特征见表 1。

### 2 方法技术

- (1) 采样时间:2009 年 7 月 13 日至 7 月 30 日。
- (2) 布点:通过珊瑚钨锡矿区钨锡石英脉型、钨铋萤石石英脉型、含钨石英角砾脉型矿床,新路矿区

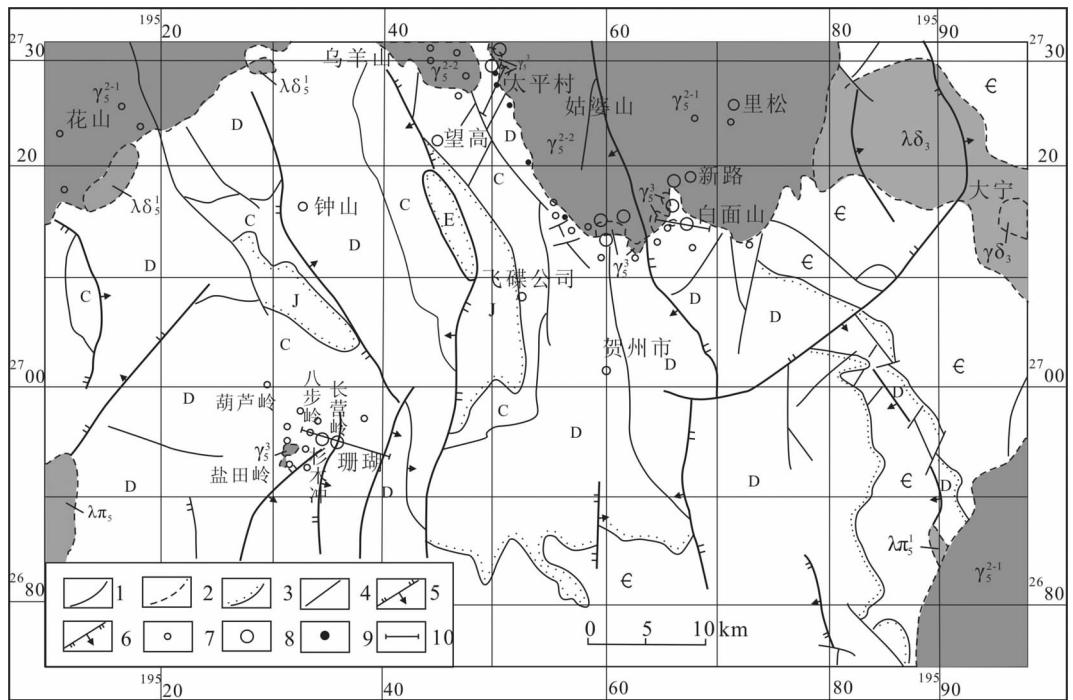


图 1 富贺钟钨锡多金属矿区地质简图及研究剖面位置

E—新近系钙质粉砂岩;J—侏罗系砂岩、页岩、煤层;C—石炭系碳酸盐岩;D—泥盆系碳酸盐岩、砂岩、页岩;  
 ε—寒武系浅变质砂岩;γ<sub>3</sub><sup>3</sup>—燕山晚期花岗岩;γ<sub>3</sub><sup>2-2</sup>—燕山中期花岗岩;γ<sub>3</sub><sup>2-1</sup>—燕山早期花岗岩;λ δ<sub>3</sub><sup>1</sup>—印支期石英闪长岩;  
 λ π<sub>3</sub><sup>1</sup>—印支期石英斑岩;γ δ<sub>3</sub>—加里东期花岗岩长岩;λ δ<sub>3</sub>—加里东期石英闪长岩;1—地层界线;  
 2—岩浆岩界线;3—地层不整合界线;4—断层;5—逆断层;6—正断层;7—钨锡多金属小矿床、矿点;  
 8—钨锡多金属中大型矿床;9—红土型小型金矿床、矿点;10—研究剖面

Fig.1 Geological sketch map and the studied cross-section in the Fuhezong Sn-W polymetallic ore district  
 E—Neogene calcareous siltstone; J—Jurassic sandstone, shale and coal seam; C—Carboniferous carbonatite; D—Devonian carbonatite, sandstone and shale; ε—Cambrian epimetamorphic sandstone; γ<sub>3</sub><sup>3</sup>—Late stage Yanshanian granite;  
 γ<sub>3</sub><sup>2-2</sup>—Middle stage Yanshanian granite; γ<sub>3</sub><sup>2-1</sup>—Early stage Yanshanian granite; λ δ<sub>3</sub><sup>1</sup>—Indosinian quartz diorite;  
 λ π<sub>3</sub><sup>1</sup>—Indosinian quartz porphyry; γ δ<sub>3</sub>—Caledonian granodiorte; λ δ<sub>3</sub>—Caledonian quartz diorite; 1—Stratigraphic boundary;  
 2—Magmatic rock boundary; 3—Unconformity; 4—Fault; 5—Reverse fault; 6—Normal fault; 7—W-Sn polymetallic small deposit or ore spot; 8—W-Sn polymetallic medium-large deposit; 9—Small lateritic gold deposit; 10—Study profile

表1 富贺钟地区主要矿床类型基本地质特征

Table 1 Essential geological characteristics of principal types of ore deposits in the Fuhezong ore district

类型	矿床产出背景	矿体特征	矿物及元素共生组合	实例
钨锡 石英 脉型	产于富贺钟地区西南部珊瑚矿区的东部, 矿区级F <sub>1</sub> 断层的下盘, 中泥盆统东岗岭组碳酸盐岩、郁江组砂页岩和下泥盆统那高岭组页岩、莲花山砂岩的次级张剪性裂隙中。矿床深部存在有隐伏花岗岩体。以该隐伏岩体为中心, 从东往西形成由钨锡石英脉型→钨锡萤石石英脉型→含钨石英角砾脉型分带	为裂隙充填脉, 走向 NE, SE 倾为主, NW 倾为次, 倾角 60°~80°; 700 多条矿脉, 矿脉分组密集形成 5 个脉组雁行排列, 总体构成长 2.5 km、宽 0.6~1 km 的矿带; III 号脉组为掩埋矿, 其他脉组为深部盲矿; 单脉长 100~700m, 成矿深度 >900m。矿床具有“五层楼”及气成矿物、毒砂、锡石(黑钨矿)在上, 块状石英、粗晶黑钨矿居中, 向下硫化物、碳酸盐矿物增多的逆向分带特征	上部: 黑钨矿、锡石、白钨矿、毒砂、石英、萤石、白云母、黄玉、绿柱石、电气石等; 下部: 黑钨矿、锡石、石英、黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黝锡矿、白云石、方解石、菱铁矿、菱锰矿等。 上部: Sn、W、F、As、B、Be; 下部: W、Sn、Zn、Cd、Pb、Cu、Ag、Bi、Mo	珊瑚 矿区 长营 岭
钨锡 萤石 石英 脉型	产于珊瑚矿区矿化分带的中部, 下泥盆统那高岭组页岩的层间破碎剥离构造中	为层间破碎裂隙充填脉, 属浅隐伏盲矿, 走向 NE, 倾向 SE 或 NW, 倾角缓, 矿化带长 2km, 宽 0.5km, 单脉长 100~700m, 一般厚 0.3~0.5m	辉铋矿、黑钨矿、白钨矿、萤石、白云母、黄铁矿、毒砂、石英、重晶石、方解石、白云石等。 Sb、W、F、As、Ba、Sr	珊瑚 矿区 杉木 冲
含钨 石英 角砾 脉型	产于珊瑚矿区矿化分带的西部, 下泥盆统莲花山砂岩的一小背斜轴部张性裂隙中	为裂隙充填脉, 属浅隐伏盲矿, 走向 NE, 倾向 SE 或 NW, 矿脉 50 余条, 单脉长 20~50m, 最长 300m, 厚 0.1~0.5m, 形态复杂, 变化大	钨铁矿、黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿、孔雀石、石英、石膏、方解石、白云石等。 W、Cu、Sr、Ba	珊瑚 矿区 八步 岭
锡石 硫化 物型	产于富贺钟地区中北部新路矿区的中部, 中泥盆统东岗岭组碳酸盐岩和郁江组砂页岩的过渡带。矿体产于花岗岩外接触带, 受不同岩性层间剥离构造及断裂控制	为断裂及岩性层间剥离充填交代矿体, 上部呈陡脉状向下过渡为似层状, 受断裂控制的矿体为深埋矿, 似层状矿体为深部盲矿。矿体走向 NE, 倾向 SW	锡石、铁闪锌矿、磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂, 方铅矿、脆硫铋矿、石英、方解石、白云石、萤石、透闪石、绿泥石、白云母。 Sn、Zn、Pb、Co、As、(W、F)	新路 矿区 白面 山
风化 壳红 土型 金矿	产于富贺钟地区北部望高矿区的北部, 姑婆山花岗岩西外接触带, 中泥盆统东岗岭组碳酸盐岩中砂卡岩带风化壳—土壤中。原生砂卡岩为透辉石—钙铝榴石砂卡岩, 具黄铜矿等硫化物及白钨矿矿化, Au 含量 $398 \times 10^{-9} \sim 601 \times 10^{-9}$	砂卡岩风化壳红土型金矿主要产于土壤剖面的残积层(C层), 为浅黄褐色或杏黄色强风化砂卡岩砂质粘土层。残积层中保留原砂卡岩的残余层理及残余网脉、细脉状构造的硫化物残留物。厚度一般 6~10 m, 最厚可达 20~30 m。Au 品位一般 0.5 ~ 5g/t, 最高可达 10 g/t。工程圈定的金矿体, 不甚连续, 整体上呈不规则透镜状, 产状平卧, 宽 45~89 m, 沿走向延长 400~500 m。矿层上部 A、B 层土壤厚 2~15 m	自然金呈次显微、超显微颗粒状, 被粘土矿物、铁(锰)氢氧化物或氧化物吸附和包裹。 Au、Ag、Cu、Mo、W、Bi (Pb、Zn)	望高 矿区 太平 村

白面山锡石硫化物型矿床和望高矿区太平村红土型金矿床布置 3 个长剖面, 近矿床(体)采样点距为 10~20 m, 进入背景区为 50~100 m。

(3) 采样: 采集植物主要为凤尾蕨。采样点周围 5~10 m<sup>2</sup> 范围内取数株组合为 1 个样, 样品重 0.4 kg。共采集样品 202 件, 其中有 2 件背景区的样品, 因无法采集到凤尾蕨, 即采取与其吸收性质相似的蕨类植物芒萁替代<sup>[32-33]</sup>, 芒萁占总样品数的 0.99%。

(4) 样品处理: 样品采取后, 立即用当地食用水洗净; 自然晾干及烘干(60℃), 粉碎至 0.2 mm。

(5) 样品分析: 植物称样, 灰化(450℃)后(As, Sb

分析用湿法消化处理样品)定量分析, 元素含量以占干植物重表示。分析方法: Au, 化学光谱(国产 WPG-100 型一米光栅摄谱仪); As, 原子荧光光谱仪(国产 AFS-120 型); 其他元素, 直读光谱仪(美国 90-750 II 型)。

(6) 分析质量监控: 送粉碎植物样时, 密码插植物国标样和重分析样各 5 个, 以监控分析质量。按 1: 50000 化探分析对准确度的要求:  $\Delta \lg C$  (GBW) =  $\lg C_j - \lg C_s \leq \pm 0.13$  ( $C_j$  为 GBW 标准物质 n 次实测平均值,  $C_s$  为 GBW 标准物质的标准值), 检查分析准确度; 对重分析先按相对误差计算公式  $RE\% =$

$\frac{|C_1 - C_2|}{(C_1 + C_2)/2} \times 100\%$  ( $C_1, C_2$  为统一样品两次分析的元素的含量) 计算, 检查分析的结果是否在允许相对误差之内<sup>[34-35]</sup>。本次检查结果均符合分析准确度和允许误差要求。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 不同矿床类型植物地球化学异常特征

##### (1) 长营岭钨锡石英脉型矿床

由图 2 及表 2 可见, 珊瑚矿区东部长营岭钨锡石英脉型矿床明显发育两个植物地球化学综合异常。①号综合异常发育于剖面南东近石灰山平缓的鞍部, 异常元素组合中 Sn、W、F、As、B、Mn 异常

强度高, 异常清晰; Cu、Pb、Zn、Ba、Hg 等元素异常强度相对较低, 清晰度较差; 异常组合的特征元素为 Sn、W、F、As、B、Mn。异常中心位于 11~12 号点, 综合异常宽度大于 250 m, 具有较好的分带性; 由内带→中带→外带为 Mn、Pb、Ba→W、Sn、Zn、Cu→As、Hg、F、B; 该异常反映了其下部被土壤掩埋深度为 5~15 m 的 III 号脉组, 异常宽度约大于 III 号脉组的宽度。

②号综合异常发育于剖面北西近长营岭斜坡中下部, 异常元素组合中 Sn、W、F、As、Hg 异常强度较高, 异常清晰; Cu、Pb、Zn、Mn 等元素异常强度相对较低, B、Ba 无异常; 异常组合的特征元素为 W、Sn、F、As、Hg。异常中心位于 23~24 号点, 综合异常宽度

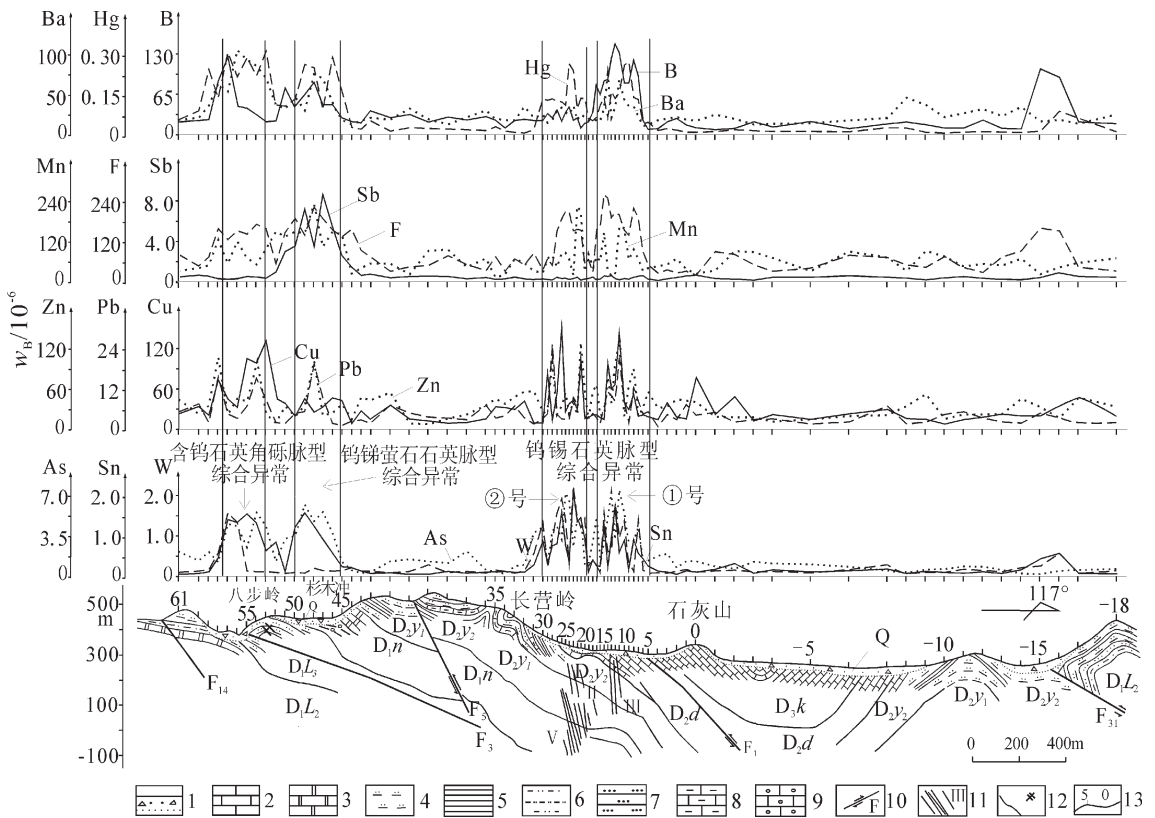


图 2 珊瑚矿区钨锡石英脉型、钨铋萤石石英脉型和含钨石英角砾脉型矿床植物地球化学异常剖面

Q—第四系; D<sub>3k</sub>—上泥盆统桂林组; D<sub>2d</sub>—中泥盆统东岗岭组; D<sub>2y<sup>1</sup></sub>、D<sub>2y<sup>2</sup></sub>—中泥盆统郁江组上段、下段; D<sub>1n</sub>—下泥盆统那高岭组; D<sub>1L<sup>1</sup></sub>、D<sub>1L<sup>2</sup></sub>—下泥盆统莲花山组上段、中段; 1—残坡积物; 2—灰岩; 3—大理岩; 4—泥质砂岩; 5—页岩; 6—铁质砂岩; 7—石英砂岩; 8—泥灰岩; 9—含遂石条带灰岩; 10—断层; 11—钨锡石英脉及脉组编号; 12—钨铋石英脉及含钨石英角砾脉; 13—采样位置及编号

Fig.2 Geological section of botanogeochemical anomalies of W-Sn quartz veins, W-Sb fluorite-quartz veins and W-bearing quartz breccia vein in the Shanhu orefield

Q-Quaternary; D<sub>3k</sub>- Upper Devonian Guilin Formation; D<sub>2d</sub>-Middle Devonian Dongganglin Formation; D<sub>2y<sup>1</sup></sub>, D<sub>2y<sup>2</sup></sub>-Upper and Lower Member of Middle Devonian Yujing Formation; D<sub>1n</sub>-Lower Devonian Nagaoling Formation; D<sub>1L<sup>1</sup></sub>, D<sub>1L<sup>2</sup></sub>-Upper and Middle Member of Lower Devonian Lianhuashan Formation; 1-Residual diluvium; 2-Limestone; 3-Marble; 4-Argillaceous sandstone; 5-Shale; 6-Ferruginous sandstone; 7-Quartz sandstone; 8-Marlite; 9-Chert ribbon-bearing limestone; 10-Fault; 11-W and Sn quartz vein and its serial number; 12-W and Sb quartz vein and W-bearing quartz breccia vein; 13-Sampling location and its serial number

表 2 长营岭钨锡石英脉型矿床植物地球化学异常参数

Table 2 Botanogeochemical anomalous parameters of the Changyingling W-Sn quartz vein type deposit

元素	背景值 $C_0/10^{-6}$	异常下限 $C_a/10^{-6}$	异常宽度 $L/m$	异常峰值 $C_{max}/10^{-6}$	异常强度 $\bar{C}/10^{-6}$	清晰度 $k$	线金属量 $L_{Me}/(m \cdot 10^{-6})$
W	0.04	0.1	①135,②110	①1.68, ②2.05	①0.9,②0.8	①22.5, ②20	①122,②88
Sn	0.2	0.5	①140,②100	①1.85, ②2.28	①1.3,②1.04	①6.5, ②5.2	①182, ②104
As	0.8	1.8	①245,②180	①1.82, ②7.25	①3.7, ②4.3	①4.6, ②5.4	①907, ②774
Cu	25	80	①200,②85	①125, ②135	①75.8, ②87.4	①3.0, ②3.5	①15160, ②7395
Pb	4	10	①85,②140	①11.6, ②25.4	①9.3, ②10.6	①3.7, ②2.7	①791, ②1484
Zn	20	58	①180,②142	①150, ②125	①51.7, ②63.8	①2.6, ②3.2	①9306, ②9060
F	35	110	①200,②210	①165, ②213	①176.3, ②190.7	①5.0, ②5.4	①35260, ②40047
Mn	45	110	①50,②190	①168, ②230	①220, ②93.3	①4.9, ②2.1	①11000, ②17727
B	15	40	①295	①142	①66.8	①4.5	①19654
Hg	0.04	0.1	①220,②180	①0.255, ②0.268	①0.1, ②0.2	①2.5, ②5	①22, ②36
Ba	20	48	①100	①105	①47.4	①2.1	①4740

注:(1)Co、Ni、Bi、Mo、Sb、V、Cr、Au、Ag 元素等无异常;(2)钨锡石英脉型植物地球化学异常中心:①号异常中心位于 11~12 点,②号异常中心位于 23~24 点;(3)背景值和异常下限用直方图解法和长剖面法综合确定;某元素的异常强度为异常范围内所有样品该元素含量的平均值;清晰度=异常强度/背景值;线金属量=异常强度×异常宽度(以下同)。

约 200 m,也具有一定的分带性,但不及①号异常明显;该异常反映了其下部深度为 110~150 m 的 II 号盲脉组,异常宽度大于 II 号脉组的宽度。上述两个综合异常(中心)水平相距 200 余 m,反映的深部矿体深度也不同,但均具有主体的特征元素 W、Sn、F、As。

#### (2)杉木冲钨铋萤石石英脉型矿床

由图 2 及表 3 可见,珊瑚矿区中部杉木冲钨铋

萤石石英脉型矿床 W、Sb、F、As、Hg 植物地球化学异常明显,清晰度好;Ba、Sn、B、Pb、Zn、Mn 等元素也有异常,但强度相对较低。综合异常宽度 150~200 m,异常具有一定的分带性,由内带→中带→外带为:Pb、Zn、Ba→W、Sn、B、As、Sb、Hg→F、Mn。异常组合的特征元素为 W、Sb、F、As、Hg。异常反映了浅隐伏的钨铋萤石石英脉似层状矿脉。同钨锡石英脉

表 3 杉木冲钨铋萤石石英脉型矿床植物地球化学异常参数

Table 3 Botanogeochemical anomalous parameters of the Shanmunchong W-Sb fluorite-quartz vein type deposit

元素	背景值 $C_0/10^{-6}$	异常下限 $C_a/10^{-6}$	异常宽度 $L/m$	异常峰值 $C_{max}/10^{-6}$	异常强度 $\bar{C}/10^{-6}$	清晰度 $k$	线金属量 $L_{Me}/(m \cdot 10^{-6})$
W	0.04	0.1	175	2.05	1.2	30	210
Sn	0.35	0.6	75	2.28	0.9	2.6	67.5
As	0.8	1.8	145	7.25	4.3	5.4	624
Cu	25	80	80	135	110	4.4	8792
Pb	4	10	130	25.4	9	2.3	1209
Zn	25	58	125	150	77	3.1	9675
F	50	110	150	265	140	2.8	20955
Mn	45	110	75	235	101	2.4	7575
B	30	40	100	245	76	2.5	762
Hg	0.04	0.1	195	0.325	0.2	5.0	39
Ba	25	48	175	105	78	3.1	13685

注:(1)Co、Ni、Bi、Mo、Cu、V、Cr、Au、Ag 元素等无异常;(2)异常中心位于 46 点。

型矿床相比,特征元素除 W、F、As 外,出现了 Sb,而无 Sn 元素。

(3) 八步岭含钨石英角砾脉型矿床

由图 2 及表 4 可见,珊瑚矿区西部八步岭含钨石英角砾脉型矿床 W、As、Cu、Hg 植物地球化学异常明显,清晰度好;Sn、Pb、Zn、F、Mn、B、Ba 等元素异常强度较低。异常的特征元素为 W、Cu、As、Hg。综合异常宽度 100~150 m;异常分带性不明显。异常

反映了浅隐伏的含钨石英角砾脉型矿脉。同钨锡石英脉型矿床相比,特征元素除 W、As 外,还出现了 Cu,而无 Sn、F;相对于钨锑萤石石英脉型矿床,无 Sb 元素。

(4) 白面山锡石硫化物型矿床

由图 3 和表 5 可见,新路矿区白面山锡石硫化物型矿床发育 3 个植物地球化学综合异常:①号异常发育于剖面 110°方向山间鞍部凹陷处,综合异常

表 4 八步岭含钨石英角砾脉型矿床植物地球化学异常参数  
Table 4 Botanogeochemical anomalous parameters of the Babuling W-bearing quartz breccia vein type deposit

元素	背景值 $C_0/10^{-6}$	异常下限 $C_a/10^{-6}$	异常宽度 L/m	异常峰值 $C_{max}/10^{-6}$	异常强度 $\bar{C}/10^{-6}$	清晰度 k	线金属量 $L_{Me}/(m \cdot 10^{-6})$
W	0.04	0.1	175	2.05	1.2	30	210
Sn	0.35	0.6	75	2.28	0.9	2.6	67.5
As	0.8	1.8	145	7.25	4.3	5.4	624
Cu	25	80	80	135	110	4.4	8792
Pb	4	10	130	25.4	9	2.3	1209
Zn	25	58	125	150	77	3.1	9675
F	50	110	150	265	140	2.8	20955
Mn	45	110	75	235	101	2.4	7575
B	30	40	100	245	76	2.5	762
Hg	0.04	0.1	195	0.325	0.2	5.0	39
Ba	25	48	175	105	78	3.1	13685

注:(1)Co、Ni、Bi、Mo、Sb、V、Cr、Au、Ag 元素等无异常;(2)异常中心位于 52~53 点。

表 5 白面山锡石硫化物型矿床植物地球化学异常参数  
Table 5 Botanogeochemical anomalous parameters of the Baimianshan cassiterite-sulfide type deposit

元素	背景值 $C_0/10^{-6}$	异常下限 $C_a/10^{-6}$	异常宽度 L/m	异常峰值 $C_{max}/10^{-6}$	异常强度 $\bar{C}/10^{-6}$	清晰度 k	线金属量 $L_{Me}/(m \cdot 10^{-6})$
W	0.04	0.1	①170 ③70	①0.31 ③0.52	①0.18 ③0.1	①4.5 ③2	①30.5 ③7
Sn	1.5	4.5	①180 ③110	①10.22 ③12.58	①8.4 ③6.8	①5.6 ③4.5	①1512 ③748
As	3.2	12	①180 ③100	①18.65 ③25.65	①19.3 ③11.5	①6.0 ③3.6	①3474 ③1150
Cu	25	55	①205,②50,③140	①88.6,②73,③125.5	①95.4,②64.6,③72.5	①3.8,②2.6,③2.9	①19557,②3230,③10150
Pb	20	45	①180,③50,③150	①66,②65,③136.2	①99.9,②60.5,③55.5	①5.0,②3.0,③2.7	①17982,②3025,③8325
Zn	45	105	①205,③50,③150	①258,②207,③345	①235,②198,③195	①5.2,②4.4,③4.3	①48175,②9900,③29250
Sb	0.45	2.5	②195③150	②3.2,③5.5	②3.6,③2.8	②8,③6.2	②702,③420
F	50	100	①280,②75,③145	①189,②200,③256	①183,②192.5,③157	①4.1,②4.3,③3.5	①51240,②14400,③22765
Ni	15	30	①230,②50,③190	①45,②45,③86	①51.5,②40.2,③32.1	①3.4,②2.7,③2.2	①11845,②2010,③6099
B	25	45	①220,②145,③170	①85,②121,③146	①75.8,②81.9,③57.9	①3.0,②3.3,③3	①16676,②11876,③9843
Hg	0.006	0.02	①270,②50,③170	①0.07,②0.08,③0.2	①0.06,②0.1,③0.04	①10,②17,③6.7	①16.2,②5,③6.8
Co	0.45	2.5	①205,②45,③175	①2.7,②2.8,③13.5	①5.1,②1.5,③2	①11,②3.3,③4.4	①1046,②67.5,③350

注:(1)Ba、Mo、Ti、V、Cr、Au、Ag 无异常;(2)①号异常中心位于 10~11 点;(3)②号异常中心位于 32 号点;(4)③号异常中心位于 46~47 点。

元素组合为 Sn、As、Pb、Zn、Hg、Co 异常强度高,清晰度高;W、F 也有较好的异常。综合异常宽度 200~250 m;具有一定的分带性,由内中带→中外带为:W、Sn、As、Pb→Zn、Co、Hg、F。异常组合的特征元素为 Sn、Zn、Pb、Co、As、Hg,同以上 3 种矿床类型相比,出现了 Zn、Pb、Co 异常,反映了被土壤掩埋深度为 25~50 m,受 F<sub>2</sub> 及 F<sub>4</sub> 断裂带控制的陡倾斜的矿体。②号异常发育于剖面的中部,异常元素组合为 Hg、Sb、Zn、F,其中 Hg、Sb 元素异常强度很高。综合异常宽度为 50~120 m;反映了 F<sub>23</sub> 断裂及其贯通的埋藏深度约 300 m 的似层状矿体。③号异常发育于剖面 280° 方向花岗岩中的矽卡岩化灰岩的捕虏体上方,综合异常元素组合为 Sb、Hg、Co、Sn、Zn,其中

Hg、Sb 元素异常强度高,为其特征元素,反映灰岩捕虏体的掩埋深度为 10~20 m。

(5) 太平村红土型金矿床

从图 4 和表 6 可以看出:望高矿区太平村红土型金矿床上方发育有良好 Au、Ag、Mo、Cu、W 植物地球化学异常,异常强度高,清晰度高;Pb、Zn、Sb、Ni、Bi 也有较好的异常。异常宽阔,从似层状金矿体沿斜坡向下延伸 360~470 m,具有一定的单侧分带性,由内中带(NE)→中外带(SW)为: Au、Ag、Cu、W、Sn→Mo、Zn、Sb、Pb、Bi、Ni。异常组合的特征元素为 Au、Ag、Mo、Cu、W,同以上 4 种矿床类型相比,出现了 Au、Ag、Mo。其中 Au 的异常强度最高,有效地反映被土壤掩埋深度为 2~15 m 的金矿体的存在。

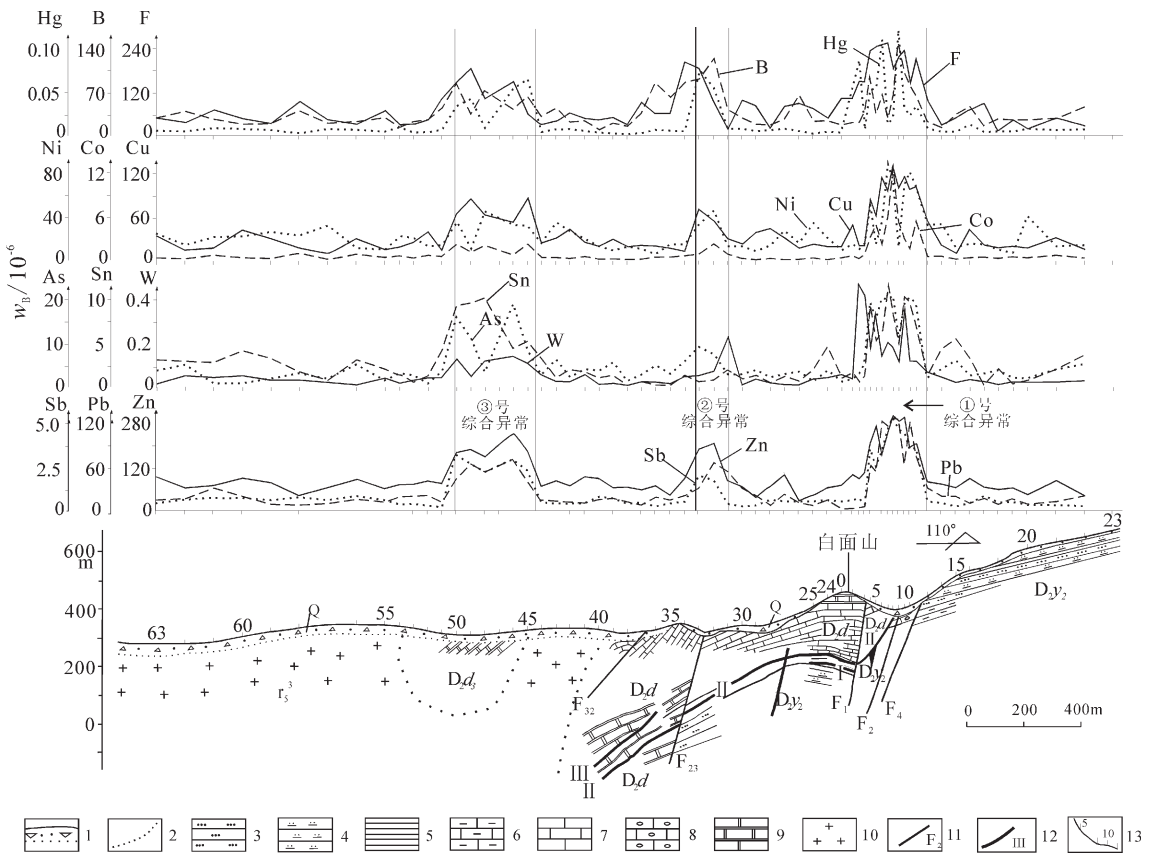


图 3 新路矿区白面山锡石硫化物型矿床植物地球化学异常剖面

Q—第四系;D<sub>2d</sub>—中泥盆统东岗岭组;D<sub>2y</sub>—中泥盆统郁江组;γ<sub>5</sub><sup>3</sup>—燕山晚期花岗岩;1—残坡积物;2—花岗岩界线;3—石英砂岩;4—泥质砂岩;5—页岩;6—泥灰岩;7—灰岩;8—扁豆状灰岩;9—大理岩;10—花岗岩;11—断层及其编号;12—矿体及编号;13—采样位置及编号

Fig.3 Geological section of botanogeochemical anomalies in the Baimianshan cassiterite-sulfide type deposit in the Xinlu orefield

Q—Quaternary; D<sub>2d</sub>—Middle Devonian Dongganglin Formation; D<sub>2y</sub>— Middle Devonian Yujing Formationm; γ<sub>5</sub><sup>3</sup>—Late stage of Yanshanian granite; 1—Residual diluvium; 2— Granite boundary; 3—Quartz sandstone; 4—Argillaceous sandstone; 5—Shale; 6—Marlrite; 7—Limestone; 8—Lenticular limestone; 9—Marble; 10—Granite; 11—Fault and its serial number; 12—Ore body and its serial number; 13—Sampling location and its serial number

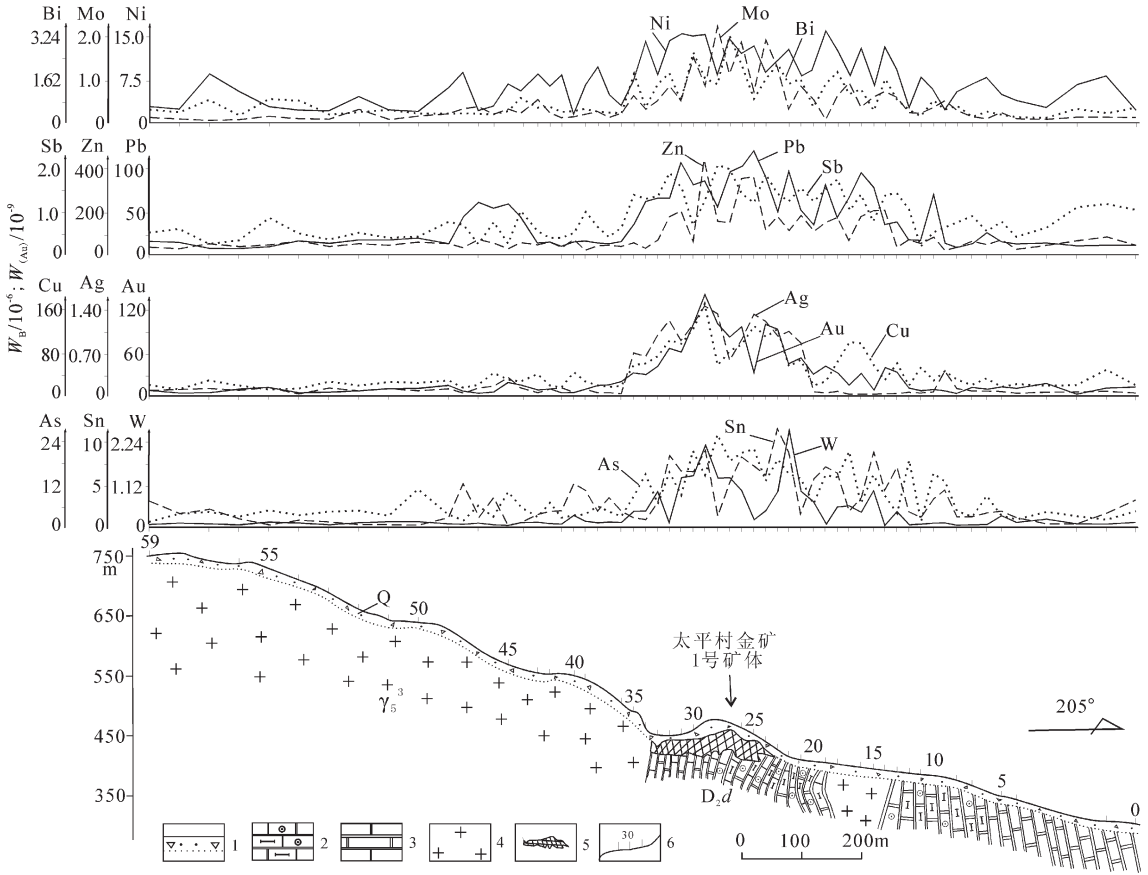


图 4 望高矿区太平村红土型金矿床植物地球化学异常剖面

Q—第四系;D<sub>2</sub>d—中泥盆统东岗岭组;γ<sub>3</sub>—燕山晚期花岗岩;1—残坡积物;2—大理岩;  
3—透辉石—钙铁榴石砂卡岩;4—花岗岩;5—金矿体;6—采样位置及编号

Fig.4 Geological section of botanogeochemical anomalies in the Taipingcun laterite-type Au deposit of the Wanggao orefield  
Q—Quaternary; D<sub>2</sub>d—Middle Devonian Dongganglin Formation; γ<sub>3</sub>—Late stage of Yanshanian granite; 1—Residual diluvium; 2—Marble;  
3—Diopside-andradite skarn; 4—Granite; 5—Gold ore body; 6— Sampling location and its serial number

表 6 太平村红土型金矿床植物地球化学异常参数

Table 6 Botanogeochemical anomalous parameters of the Taipingcun laterite-type Au deposit

元素	背景值 C <sub>0</sub> /10 <sup>-6</sup>	异常下限 C <sub>a</sub> /10 <sup>-6</sup>	异常宽度 L/m	异常峰值 C <sub>max</sub> /10 <sup>-6</sup>	异常强度 C̄ /10 <sup>-6</sup>	清晰度 k	线金属量 LMe' (m · 10 <sup>-6</sup> )
W	0.15	0.25	380	2.35	0.8	5.3	304
Sn	2.5	5	420	10.6	6.3	2.5	2646
As	5	11	520	25.2	14.4	2.9	7488
Cu	20	60	360	165.5	86	4.3	28980
Pb	20	65	520	110.3	68.4	3.4	35568
Zn	50	110	475	436	189.6	3.8	90060
Sb	0.5	1.2	465	2.15	1.5	3	698
Ag	0.2	0.5	375	1.4	1	5	375
Au	10	30	390	143	67.3	6.7	26247
Ni	4	10	520	15.6	12	3	6240
Mo	0.15	0.5	475	2.15	0.8	5.3	380
Bi	0.5	1.1	520	3.24	1.6	3.2	832

注: (1)B、Co、Ti、V、Cr、Mn、Hg、F 无异常; (2)异常中心位于 29~30 号点。



### 3.2 植物地球化学找矿的可行性和有效性

(1) 根据植物地球化学异常特征元素区别不同矿床类型

不同矿床类型所表现出的植物地球化学异常特征元素(综合植物地球化学异常中异常强度高,异常清晰度约为 5 或以上的元素<sup>[36-37]</sup>)不尽相同。如上所述,不同矿床类型的特征元素分别为:钨锡石英脉型为 W、Sn、F、As; 钨铋萤石石英脉型为 W、Sb、F、As、Hg; 含钨石英角砾脉型为 W、Cu、As、Hg; 锡石硫化物型(①号异常)为 Sn、Zn、Pb、Co、As、Hg; 红土型金矿床为 Au、Ag、Cu、W、Mo。不难看出,不同的矿床类型的植物地球化学异常特征元素在一定程度上反映了矿床的矿石矿物组合和元素组合(特别是主要成矿元素),对判断不同矿床类型具有指示意义。同时也说明生长在矿床上部的植物体内吸收积累的元素对矿床的成矿及主要伴生元素具有一定的依赖性和继承性,即植物吸收的元素来自土壤,而矿床上部的土壤是又继承了矿床上部蚀变—矿化围岩或原生地球化学异常的特征。因此从植物→土壤→蚀变矿化围岩(或原生地球化学异常)→矿体构成一条元素的继承谱系。

(2) 根据植物异常元素组合及分带推断隐伏矿床的部位

该区不同矿床类型植物地球化学异常除含钨石英角砾脉型外均存在较明显的元素组合分带:钨锡石英脉型(①号异常)由内带→中带→外带为 Mn、Pb、Ba→W、Sn、Zn、Cu→As、Hg、F、B; 钨铋萤石石英脉型由内带→中带→外带为 Pb、Zn、Ba→W、Sn、B、As、Sb、Hg→F、Mn; 锡石硫化物型由内中带→中外带为 W、Sn、As、Pb→Zn、Co、Hg、F; 红土型金矿床由内中带→中外带为 Au、Ag、Cu、W、Sn→Mo、Zn、Sb、Pb、Bi、Ni。矿床植物地球化学异常元素组合分带,实际上是受到矿床岩石或土壤地球化学异常分带的控制。如钨锡石英脉型和钨铋萤石石英脉型植物地球化学异常元素组合及分带就同这两个矿床的岩石地球化学具有一定的相似性,而含钨石英角砾脉型岩石地球化学异常无分带,其植物地球化学异常也无分带<sup>[26,38]</sup>。从本次研究的几个实例可以看出:同岩石或土壤异常一样,植物综合异常的宽度大于矿体的宽度,这就基本上可以确定矿体产出的大致位置。受地形地貌因素的影响,异常中心可在矿体的上部,也可能有一定的位移。如钨锡石英脉型①号、锡石硫化

物型①号异常处于鞍部地形,其异常中心就位于矿体的上部;钨锡石英脉型②号异常处于斜坡上,其异常中心相对于深部Ⅱ号脉组中心(向地表的投影)向坡下略有位移;红土型金矿床异常中心位于斜坡上部的鞍部,其下部即为金矿体,但沿斜坡形成宽阔的异常。综上所述,植物地球化学异常元素组合及其分带基本上能指示了隐伏矿体所在的位置。

(3) 根据植物异常元素组合预测隐伏矿床的埋藏深度

对于植物地球化学找矿的有效深度,多数是由已知矿体剖面推测的,也有通过植物地球化学预测后经工程验证的。如戴兴根<sup>[17]</sup>对南方亚热带某铀矿榿木(*Loropetalum chinense*)中 U 异常研究表明,对铀矿体探测的深度探至少不低于 20~30 m; 孔令韶等<sup>[39]</sup>对内蒙古脑木洪铜矿绵刺(*Potaninia mongolica*)中 Cu 异常研究表明,植物 Cu 大于  $500 \times 10^{-6}$  异常不仅包括了地表矿化露头矿,而且还反映了埋藏 20~500 m 深的盲矿体; 宋慈安等<sup>[40]</sup>对新疆金窝子金矿红沙(*Reaumuria soongric*)中异常研究表明,红沙中的 Au、As、Sb、Pb 等元素的异常能明显地反映 30~50 m 厚戈壁滩覆盖物和凝灰岩围岩之下的缓斜的金盲矿体,异常中心位置与矿体的头部位置相吻合。根据研究区植物地球化学异常和矿床地质剖面的对应关系发现,植物地球化学异常也能反映掩埋或隐伏盲矿体的深度。如钨锡石英脉矿床其下部Ⅲ号脉组被掩埋深度约数米至 10 m,Ⅱ号盲脉组其下部隐伏深度为 110~150 m,都能被植物地球化学异常反映出来; 锡石硫化物型受 F<sub>2</sub> 及 F<sub>4</sub> 断裂带控制的陡倾斜的矿体,该矿体掩埋深度为 25~45 m,其上方反映出良好的植物地球化学异常(①号异常),而隐伏达 300 余 m 的似层状矿体,由于 F<sub>23</sub> 断裂的贯通,其上方也能发育一定强度的植物地球化学异常(②号异常),而且主要以活动穿透性较强的 Hg、Sb 元素异常为主; 红土型金矿床为矽卡岩母岩风化后的产物,其掩埋不深,而且掩埋金矿体土壤中 Au 的含量也较高,植物地球化学异常发育在矿体上方,反映的深度约数米至 15 m。因此,利用植物地球化学异常探测被掩埋或隐伏盲矿体的深度是有可能的。

## 4 结 论

(1) 富贺钟地区气候温热,雨量充沛,红土发育,植被茂盛。在土壤覆盖较厚的地区,可以利用植物地

球化学方法进行找矿。

(2)不同矿床类型的矿体上部,均发育良好的不同元素组合的植物地球化学异常,成矿元素及主要伴生元素异常强度高,清晰度好,异常具有较好的分带性,综合异常宽度大于矿体宽度。植物地球化学异常能反映深部的矿化信息,利用植物地球化学异常进行找矿有效可信。

(3)不同的矿床类型的植物地球化学异常特征元素在一定程度上可以反映矿床的矿石矿物组合和元素组合(特别是成矿和主要伴生元素),也可以反映出岩石或土壤的地球化学异常特点。生长在矿床上部的植物体内吸收积累的元素对矿床的成矿及主要伴生元素具有一定的继承性,根据植物地球化学异常特征元素能区别不同矿床类型。

(4)根据植物异常元素组合能定位预测隐伏矿体的位置,并能推断其埋藏或隐伏深度。

## 参考文献(References):

- [1] Brooks R R. Geobotany and Biogeochemistry in Mineral Exploration[M]. Harper and Row, Publishers, New York, 1972.
- [2] Cannon H L. Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores[M]. Ottawa:Canadian Government Publishing Centre 1979:385-395, 397-410.
- [3] Brooks R R. Biological methods of prospecting for gold [J]. J. Geochem. Explor., 1982, 1(7):109-122.
- [4] Collins N, Chang S H, Raines G, et al. Airborne biogeochemical mapping of hidden mineral deposits [J]. Econ. Geol., 1983, 78(4): 737-749.
- [5] Kovalevskii A L. Biogeochemical prospecting for ore deposits in the USSR [J]. J. Geochemexplor, 1984, 21:62-73.
- [6] Valente I, Minski M J, Peterson P J. 西班牙坎塔布连山脉地区的生物地球化学找金[J]. 马丽娟译. 世界核地质科学, 1987, (3):83-87.  
Valente I, Minski M J, Peterson P J. Biogeochemical prospecting gold in Cantabrian Mountains, Spain [J]. Ma Lijuan (Translator). World Nuclear Geoscience, 1987, (3):83-87.
- [7] Dunn C E. Reconnaissance-level biogeochemical survey for gold in Canada[J]. Applied Earth Science, 1989, (9):153-222.
- [8] Lungwitz E. E. The lixiviation of gold deposits by vegetation[J]. Eng. Min. J., 1900, (69):500-502.
- [9] 北·良行. 日本的植物地球化学找矿[J]. 李延龄译. 黄金地质科技, 1992, (3):57-63.  
Bei·Liangxing. Biogeochemical prospecting in Japan [J]. Li Yanling Translator. Gold Geology, 1992, (3):57-63.
- [10] Dunn C E. 加拿大金的生物地球化学普查测量 [J]. 史长义译. 物探化探译丛, 1992, (3):41-49.  
Dunn C E. Biogeochemical survey in Canada measuring gold [J]. Shi Changyi (Translator). Translations of Geophysical and Geochemical Exploration, 1992, (3):41-49(in Chinese).
- [11] 任天祥, 李立, 张华, 等. 俄罗斯的勘查生物地球化学—赴俄罗斯考察见闻[J]. 国外地质勘探技术, 1993, (2):24-31.  
Ren Tianxiang, Li Li, Zhang Hua, et al. Biogeochemical prospecting in Russian—information on an investigation to Russian [J]. Overseas Geology and Prospecting Technology, 1993, (2):24-31(in Chinese).
- [12] Dunn C E, Angelica R S. Evaluation of biogeochemistry as a tool in mineral exploration and in monitoring environmental mercury dispersion in the Tapljos gold district, Amazonia, Brazil[J]. Report—Geological Survey of Canada, 2000, 38:41.
- [13] Nurlidia Mansor, Ian D, Pulford, Angus B. Mackenzie Investigation of lead and Zinc dispersion from an abandoned mine site at Tyndrum, Scotland, using tree bark measurements [J]. Chinese Journal Geochemistry, 2006, 25 (supp.):23-24.
- [14] Batista M J, Abreu M M, Serrano Pinto M. Biogeochemistry in Neves Corvo mining region, Iberian Pyrite Belt, Portugal[J]. Journal of Geochemical Exploration, 2007, 92(2-3):159-176.
- [15] Reid Nathan, Hill Steven M, Lewis David M. Spinifex biogeochemical expressions of buried gold mineralisation: The great mineral exploration penetrator of transported regolith [J]. Applied Geochemistry, 2008, 23(1):76-84.
- [16] 高平. 干旱景观区植物地球化学找矿方法试验 [J]. 中国地质, 1987, (11):19-20.  
Gao Ping. Method test of plant geochemical prospecting in arid area[J]. Geology in China, 1987, (11):19-20(in Chinese).
- [17] 戴兴根. 生物地球化学法—櫟木找铀矿的试验研究[J]. 物探与化探, 1981, 5(1):17-25.  
Dai Xinggen. biogeochemical expressions—Loropetalum chinense study on uranium exploration [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1981, 5(1):17-25(in Chinese with English abstract).
- [18] 刘英俊, 程承旗. 阳储岭富钨区钨的生物地球化学勘查[J]. 物探与化探, 1985, 9(6):401-409.  
Liu Yingjun, Cheng Chengqi. The biogeochemical investigation in the Yangchuling Mo—Rich region [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1985, 9 (6):401-409 (in Chinese with English abstract).
- [19] 季峻峰, 崔卫东. 湖南黄金洞金矿床植物地球化学勘查的初步研究[J]. 物探与化探, 1992, 16(6):470-473.  
Ji Junfeng, Cui Weidong. A preliminary study of botanogeochemical exploration in the Huangjindong gold deposit, Hunan province [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1992, 16(6):470-473(in Chinese with English abstract).
- [20] 张景荣, 杨帆, 蔡彤. 湖南石门地区神—金的植物地球化学异常及找矿意义[J]. 南京大学学报(地球科学)1992, 4(3):97-104.  
Zhang Jingrong, Yang Fang, Cai Tong. The Arsenic—gold botanogeochemical anomaly prospecting significance of Shimen, Hunan Province [J]. Journal of Nanjing University (Earth Science), 1992, 4(3):97-104(in Chinese with English abstract).
- [21] 马跃良. 广东河台金矿生物地球化学特征及遥感找矿意义[J]. 矿

- 物学报, 2000, 20(1):80-86.
- Ma Yueliang. Botanogeochemical characteristics of the Hetai gold deposit, Guangdong Province and its significance in remote sensing exploration [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2000, 20 (1):80-86(in Chinese with English abstract).
- [22] 徐金鸿, 徐瑞松, 夏斌. 广东鼎湖山斑岩钼矿区生物地球化学特征[J]. 地球与环境, 2006, 34(1):23-28.
- Xu Jinhong, Xu Ruisong, Xia Bin. Botanogeochemical characteristics of Mo deposit in Dinghushan, Guangdong [J]. Earth and Environment, 2006, 34 (1):23-28 (in Chinese with English abstract).
- [23] 郭福祥. 广西大地构造单元[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 14 (3):233-243.
- Guo Fuxiang. Geotectonic units of Guangxi [J]. Journal of Guilin University of Technology, 1994, 14(3):233-243(in Chinese with English abstract).
- [24] 郭福祥. 华南大地构造演化的几点认识 [J]. 广西地质, 1994, 7 (1):1-14.
- Guo Fuxiang. New opinions on the tectonic evolution of south China [J]. Guangxi Geology, 1994, 7 (1):1-14 (in Chinese with English abstract).
- [25] 郭福祥. 广西内生有色-贵金属大地构造单元[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1995, 15(4):328-337.
- Guo Fuxiang. Geotectono-Metallogenic units of endogenic nonferrous-noble metals in Guangxi [J]. Journal of Guilin University of Technology, 1995, 15(4):328-337(in Chinese with English abstract).
- [26] 宋慈安. 珊瑚钨锡矿床[M]. 北京:北京工业大学出版社, 2001.
- Song Ci'an. The Shanhu Tungsten-tin Ore Deposit [M]. Beijing: Beijing University of Technology Press, 2001(in Chinese).
- [27] 陆小平, 陆孝赞, 龚名文, 等. 广西姑婆山锡矿田矿床地质特征及矿床成因[J]. 华南地质与矿产, 2005, (2):53-60.
- Lu Xiaoping, Lu Xiaozan, Gong Mingwen, et al. Geological characteristics and genesis of the Guposhan tin orefield in Guangxi [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 2005, (2): 53-60(in Chinese with English abstract).
- [28] 广西有色局地质勘探公司二〇四队. 广西珊瑚钨锡矿储量总结报告(附件:广西珊瑚钨锡矿构造控制及矿化规律)[R]. 1968.
- The 204 team exploration company of Non-ferrous exploration institute Guangxi. W-Sn reserves summary report in Guangxi (Accessories: W-Sn ore-controlling laws and mineralization regularity in Shanhu of Guangxi)[R]. 1968(in Chinese).
- [29] 夏宏远, 梁艺. 南岭某些钨锡(钨钼)矿床的原生分带及成因系列研究[J]. 矿物岩石, 1986, (1):67-116.
- Xia Hongyuan, Liang Hongyi. Primary zoning and genetic series of W, Sn (Ta, Nb) ore deposits in Nanling [J]. Rocks and Minerals, 1986, (1):67-116(in Chinese).
- [30] 王春惠, 汪金榜. 广西锡矿成因类型及特征 [J]. 中国地质, 1983, (10):15-20.
- Wang Chunhui, Wang Jinbang. Genetic types and characteristics of tin in Guangxi [J]. Geology in China, 1983, (10):15-20 (in Chinese).
- [31] 宋慈安, 雷良奇, 韦家善. 姑婆山花岗岩西南缘矽卡岩风化带含金特征[J]. 广西地质, 2001, 14(2):1-6.
- Song Ci'an, Lei Liangqi, Wei Jiashan. The tectonic evolutionary succession of the paleozoic metamorphic rocks series in nabu area southeastern Guangxi [J]. Guangxi Geology, 2001, 14 (2):1-6(in Chinese with English abstract).
- [32] 宋慈安, 杨仲平, 雷良奇, 等. 西双版纳南坡铜矿区植物地球化学特征及找矿有效指示植物 [J]. 桂林理工大学学报, 2010, 30 (1):1-14.
- Song Ci'an, Yang Zhongping, Lei Liangqi et al. Characteristics of phytogeochemistry and prospecting effective indicator plant in Xishuangbanna Nanpo copper field[J]. Journal of Guilin University of Technology, 2010, 30 (1):1-14 (in Chinese with English abstract).
- [33] 宋慈安, 雷良奇, 杨仲平, 等. 西双版纳南坡铜矿区植物地球化学异常特征及形成机理[J]. 地球与环境, 2010, 38(3):320-327.
- Song Ci'an, Lei Liangqi, Yang Zhongping, et al. Characteristics and Formation Mechanism of vegetation geochemical anomaly in Nanpo Copper Ore Field, Xishuangbanna, China [J]. Earth and Environment, 2010, 38 (3):320-327 (in Chinese with English abstract).
- [34] 韩永志. 中华人民共和国标准物质目录:茶树叶成分分析标准物质(GBW08513)[M]. 北京:中国计量出版社, 2000:123.
- Han Yongzhi. The People's Republic of China standard of material directory:Component analysis of tea leaves reference material (GB W08513)[M]. Beijing:China Metrology Press, 2000:123(in Chinese).
- [35] DZ/T 0130-2006. 中华人民共和国地质矿产行业标准:地质矿产实验室测试质量管理规范 [S]. 中华人民共和国国土资源部, 2006-06-05 发布.
- DZ/T 0130-2006. The Standard of Geology and Mineral Industry in The People's Republic of China: The quality control standard of laboratory tests of geology and mineral resources [S]. The Ministry of Land and Resources of The People's Republic of China, 2006-06-05 released.
- [36] 胡西顺, 刘金成, 汪振洋, 等. 陕西小秦岭地区金矿植物地球化学勘查初步研究[J]. 黄金科技动态, 1992, (8):31-32.
- Hu Xishun, Liu Jincheng, Wang Zhenyang, et al. A preliminary study of gold botanogeochemical exploration in Xiaoqinling, Shaanxi province[J]. Gold Science and Technology, 1992, (8):31-32(in Chinese with English abstract).
- [37] 胡西顺, 孟广路. 植物地球化学测量方法的试验效果[J]. 矿产与地质, 2005, 19(6):610-616.
- Hu Xishun, Meng Guanglu. Method of plant geochemical measurement and its prospecting result [J]. Mineral Resources and Geology, 2005, 19(6):610-616(in Chinese with English abstract).
- [38] 宋慈安. 广西珊瑚钨锡矿田地球化学异常特征及预测模式[J]. 桂林工学院学报, 1996, 16(4):353-360.
- Song Ci'an. The minerogenetic mechanism and geochemical model

- of Shanhu W-Sn ore field, Guangxi. [J]. Journal of Guilin University of Technology, 1996, 16(4):353-360(in Chinese with English abstract).
- [39] 孔令韶, 高平. 内蒙阿拉善脑木洪铜矿区的植物地球化学特征 [J]. 植物学报, 1992, 34(10):781-789.
- Kong Lingshao, Gao Ping. Characteristics of phytogeochemisry in Naomuhong copper mine area at the Alxa of Nei Monggol [J]. Chinese Bulletin of Botany, 1992, 34(10):781-789(in Chinese with English abstract).
- [40] 宋慈安, 雷良奇, 杨启军, 等. 甘肃北山金、铜矿床红沙的植物地球化学特征及其找矿意义 [J]. 地质与勘探, 2001, 37(3):45-49.
- Song Ci'an, Lei Liangqi, Yang Qijun, et al. Botanical geochemistry of redwood of the Au-Cu deposits in Beishan, Gansu [J]. Geology and Prospecting, 2001, 37(3):45-49(in Chinese with English abstract).

## Botanogeochemical anomaly characteristics of the Fuhezong W-Sn polymetallic ore district in Guangxi and their prospecting effectiveness

WEI Xue-ji<sup>1</sup>, SONG Ci-an<sup>1</sup>, DING Ru-fu<sup>2</sup>

(1. College of Earth Science, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China; 2. Beijing Research Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing 100145, China)

**Abstract:** Fuhezong area in Guangxi is one of the important W-Sn polymetallic ore districts in China. In this area, climate is warm-hot and rainy, red soil is grown, and vegetation is luxuriant. In order to probe into the effectiveness of botanogeochemical prospecting, the authors made an experiment on different types of ore deposits in this area. The results show that in all types of ore deposits, there is a good botanogeochemical composite anomaly in the upper part of the ore body. The anomaly is very distinct, its width is larger than the width of the ore body, and it has good botanogeochemical element combination and zoning. These characteristics indicate that the delineation of the botanogeochemical anomaly is an effective means for exploring mineral resources. According to characteristics of the botanogeochemical anomaly and element combination, different types of ore deposits can be distinguished from each other, the location of concealed ore bodies can be predicted, and the burial depth of the concealed ore body can be inferred.

**Key words:** prospecting effectiveness; characteristics; botanogeochemical anomaly; W-Sn polymetallic ore district; Fuhezong area in Guangxi

**About the first author:** WEI Xue-ji, female, born in 1986, master candidate, majors in geochemistry; E-mail: weixueji@yahoo.com.cn.

**About the corresponding author:** SONG Ci-an, male, born in 1948, professor, engages in exploration geochemistry, mineral exploration and scientific research; E-mail: gldysca@126.com.